

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и цифровому развитию
МГТУ имени Н.Э.Баумана,
доктор экономических наук, профессор

—
П.А. Дроговоз

2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ имени Н.Э. Баумана) на диссертацию **Душиной Алены Юрьевны** «Послойная плазменная наплавка сталей аустенитного класса типа 308LSi для аддитивного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии**.

1. Актуальность диссертационной работы

В настоящее время активно развиваются технологии аддитивного формирования изделий, что связано с возможностью получать детали разнообразной геометрической формы, в том числе крупных размеров, а так же уменьшить расход материала, что важно для мало- и мелкосерийного производства. При этом можно получать изделия с новым уровнем механических свойств, отличным от традиционных методов производства. В качестве источников нагрева используют лазер, электронный луч, электрические и плазменные дуги.

Независимо от способа и вида наплавляемого материала, одной из важных особенностей аддитивного формирования изделий методом послойной наплавки

является неоднородность и анизотропия механических характеристик, что обусловлено особенностями процесса кристаллизации металла при послойной наплавке, приводящих к неоднородной структуре в объеме наплавленного слоя и транскристаллитному характеру роста зерен.

Для решения этих проблем возможно применение технологических приемов, влияющих на процессы кристаллизации. Эти приемы могут быть направлены на жидкую ванну наплаваемого металла или на закристаллизовавшиеся слои металла.

В этой связи актуальность диссертационной работы **Душиной Алены Юрьевны**, направленная на повышение механических и эксплуатационных характеристик изделий, полученных аддитивным способом послойной плазменной наплавки, не вызывает сомнений.

2. Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Установлено пороговое значение градиента температур по фронту кристаллизации для процесса послойной плазменной наплавки сталей аустенитного класса, при котором наплавленный металл кристаллизуется по ферритно-аустенитному механизму. При уменьшении градиента ниже 550 К/мм кристаллизация происходит по двум механизмам: феррито-аустенитному и аустенито-ферритному.

2. Установлено, что коррозионная стойкость напрямую зависит от механизма кристаллизации и объемной доли металла, кристаллизующегося по аустенито-ферритному механизму: чем меньше объемная доля, тем выше коррозионная стойкость.

3. Установлено, что применение модуляции тока дуги и послойная холодная пластическая деформация приводят к уменьшению степени транскристаллитного роста зерен и снижению анизотропии механических свойств при послойной плазменной наплавке сталей аустенитного класса.

3. Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается применением апробированных современных методов лабораторных испытаний и исследований, воспроизводимостью и согласованностью анализируемых данных. Сопоставление результатов расчетных и экспериментальных методов исследования позволяет говорить о достоверности полученных результатов и обоснованности полученных в ходе работы выводов.

4. Практическая ценность

Практическая ценность работы заключается в разработке рекомендаций по режимам плазменной наплавки с использованием модуляции тока и холодной пластической деформации.

Результаты диссертационной работы применены на АО «Пермский завод «Машиностроитель» при наплавке опытных заготовок детали проточной части перспективного авиационного двигателя.

5. Апробация работы и публикации по диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 6 региональных, всероссийских и международных конференциях, в том числе: IV Международная конференция «Электронно-лучевая сварка и смежные технологии» (Москва, 2021 г.); IX международная конференция «Кристаллизация: компьютерные модели, эксперимент, технологии» (Ижевск, 2022 г.); V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Электрофизические методы обработки в современной промышленности» (Пермь, 2021 г.).

По материалам работы опубликовано 15 статей, среди которых 3 в изданиях, рекомендованных ВАК, и 4 в публикации в изданиях, входящих в базу цитирования Scopus/WoS.

6. Соответствие диссертации выбранной специальности

Диссертационная работа по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.5.8 - Сварка, родственные процессы и технологии: п.3 «Физические процессы в материалах при сварке и родственных технологиях, фазовые и структурные превращения, образование соединений и формирование их свойств»; п.4 «Технологические основы сварки и родственных процессов».

7. Замечания по работе

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В работе не приведено обоснование выбора частоты модуляции тока при плазменной наплавке. Почему рассмотрены лишь частоты 5 кГц и 15 кГц?

2. Хотелось бы получить пояснения, почему именно на частоте модуляции тока 5 кГц достигается, по мнению автора, наибольший эффект изменения направления роста столбчатых кристаллитов? Каков механизм влияния модуляции тока на этот процесс?

3. Из работы не ясно, как влияют другие параметры режима, помимо частоты модуляции тока, на формирование структуры наплавленного металла. Может быть, частота модуляции тока должна быть увязана с размерами и частотой собственных колебаний сварочной ванны?

Замечания по диссертации не влияют на общее положительное впечатление о работе, и не снижают ценность выполненных исследований, которая оценивается как высокая.

8. Заключение

Диссертационная работа Душиной Алены Юрьевны «Послойная плазменная наплавка сталей аустенитного класса типа 308LSi для аддитивного производства» является самостоятельной, завершённой научно-

квалификационной работой, в которой на основе проведенных соискателем исследований решена научная задача повышения механических и эксплуатационных характеристик изделий, полученных аддитивным способом послойной плазменной наплавки, имеющая существенное значение для машиностроения. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор **Душина Алена Юрьевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии.

Диссертационная работа рассмотрена на заседании кафедры «Сварка, диагностика и специальное роботостроение», протокол № 11-22/23 от 02.03.2023 г.

Заведующий кафедрой



Н.В. Коберник

Коберник Николай Владимирович, д.т.н.,
заведующий кафедрой сварки, диагностики и специального роботостроения
МГТУ имени Н.Э.Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5. koberniknv@bmstu.ru, (499) 261-42-57

Профессор кафедры
Сварка, диагностика
и специальное роботостроение



А.В. Коновалов

Коновалов Алексей Викторович, д.т.н., доцент,
профессор кафедры сварки, диагностики и специального роботостроения
МГТУ имени Н.Э.Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5. avk@bmstu.ru, (499) 261-42-57